

Subarjo: *Rancang Bangun Prototipe Digester Biogas...*

Rancang Bangun Prototipe Digester Biogas Untuk Menunjang Praktikum Mahasiswa

Biogas Digester Design Prototype to Support Student Practicum

Subarjo, Tri Widodo

Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung

Jl. Soekarno-Hatta, Rajabasa, Bandar Lampung 35144 Tel. (0721)703995

Fax: (0721) 787309

ABSTRACT

Energy is an essential requirement to support the activities and productive enterprises to produce goods and services. Almost all human activity is highly dependent on energy. Fuel shortages arise because of the level of fuel demand is very high and is increasing every year. While oil revenues are limited and membutuhkan earth millions of years time for formation. Due to the scarcity of fuel, causing the need of alternative energy that are environmentally become one of the necessities that can not be negotiable. The development of biogas digester technology to utilize and increase the economic value of waste is one with the road use it as raw material for biogas production. It is very suitable if to develop tool called biogas digester biogas or biogas reactor. The observation of the test digester, biogas on days 3 to 7 is not formed, even until day 14. The digester should be maintained in a state abiotis (without direct contact with oxygen; temperatures of 20-30°C). Gas began formation at day 14, and the highest gas increase at day 18 to 21, while the rate of formation of methane gas (biogas) at 13. the image that is on day 18 of 8.8 scale/cm and then on day 21 and 30 begin to decrease formation gas. the presence of the added value derived from manure waste created biogas can be used for cooking or lighting instead of electric energy.

Keywords: digester, biogas, fermentasi, anaerobic

Naskah ini diterima pada tanggal 18 Oktober 2019, direvisi pada tanggal 1 Nopember 2019 dan disetujui untuk diterbitkan pada tanggal 15 Desember 2019

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan penting untuk menunjang aktivitas dan usaha produktif untuk menghasilkan barang dan jasa. Hampir semua aktivitas manusia sangat tergantung pada energi. Berbagai alat pendukung seperti alat penerangan, motor, dan mesin industri dapat berfungsi jika terdapat energi. Pemanfaatan energi seperti energi matahari, energi air, energi listrik, energi batu bara, energi nuklir, dan energi gas memang sudah sejak dulu. Pemanfaatan energi fosil yang berlebihan dapat menimbulkan krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yang terjadi akhir-akhir ini adalah dengan kelangkaan bahan bakar minyak (BBM). Kelangkaan BBM timbul karena tingkat kebutuhan BBM sangat tinggi dan selalu meningkat setiap tahunnya. Sementara minyak bumi jumlahnya terbatas dan membutuhkan waktu berjuta-juta tahun untuk proses pembentukannya.

Akibat adanya kelangkaan BBM ini, menyebabkan akan kebutuhan energi alternatif yang sifatnya ramah lingkungan menjadi salah satu kebutuhan yang tidak bisa ditawar-tawar lagi. Energi dilihat dari sumbernya dapat dibedakan menjadi, sumber energi yang berasal dari energi fosil, energi matahari, air, angin atau energi dari sumber daya hayati (*bioenergi*). Bionergi merupakan sumber energi yang dihasilkan oleh sumber daya hayati seperti tumbuh-tumbuhan, minyak nabati, dan limbah peternakan dan pertanian. Jenis energi yang dihasilkan dapat berupa gas (*biogas*), cair (*biofuel*), atau padat (*biomass*). Energi tersebut selanjutnya dapat digunakan untuk menghasilkan panas (kalor), gerak (mekanik), dan listrik tergantung pada alat yang digunakan dan kebutuhan dari pengguna. Kekayaan dan keragaman sumber daya hayati yang ada di Indonesia, pemanfaatan bioenergi merupakan pilihan yang tepat dalam rangka penyediaan energi yang terbarukan, murah, dan ramah lingkungan. Salah satu sumber energi terbarukan yang berasal dari sumber daya alam hayati adalah biogas. Biogas adalah gas yang dihasilkan dari proses penguraian bahan-bahan organik oleh mikroorganisme pada kondisi yang relatif kurang oksigen (*anaerob*). Komponen biogas terdiri dari 60% CH₄ (metana), 38% CO₂ (karbon dioksida), 2% N₂, O₂, H₂ dan H₂S. Biogas dapat dibakar seperti elpiji, dan dalam skala besar biogas dapat digunakan sebagai pembangkit listrik sehingga dapat dijadikan sumber energi alternatif yang ramah lingkungan dan terbarukan (Musanif, dkk.2006).

Untuk meningkatkan energi per satuan volume biogas, kandungan CO₂ dalam biogas seharusnya dihilangkan. Kandungan hidrogen sulfide (H₂S) dapat memperburuk sistem kompresi karena sifat korosifnya. Ketika biogas diproduksi dari *digester*, kandungan hidrogen sulfida biasanya kurang dari 1%. Konsentrasi hidrogen sulfida lebih 1% seharusnya dihilangkan sebelum digunakan dalam mesin.

Terdapat beberapa metode untuk menghilangkan karbon dioksida (CO₂) antara lain; absorpsi dalam air, absorpsi menggunakan bahan kimia, dan pemisahan membran (*membran eseparation*). Absorpsi CO₂ dalam air adalah sederhana, murah, ramah lingkungan dan merupakan metode yang praktis untuk penghilangan CO₂ dari biogas di daerah pedesaan. Proses ini merupakan proses yang kontinyu dan secara simultan juga menghilangkan hidrogen sulfida (H₂S).

Menurut Hambali et al, 2017 biogas adalah gas yang dilepaskan jika bahan-bahan organik (kotoran ternak, jerami, sekam dan daun-daun) mengalami proses fermentasi dan mengalami proses metanisasi. Fermentasi bahan organik dilakukan oleh bakteri anaerob. Proses metanisasi menghasilkan suatu gas yang sebagian besar merupakan metan dan karbon dioksida. Untuk menampung gas yang terbentuk dari hasil fermentasi ini dibuatlah suatu alat penampung yang disebut *digester/reaktor*. Reaktor ada bermacam-macam bentuk diantaranya reaktor kubah tetap (*fixed-dome*), reaktor *floating-drum* dan reaktor *balon* sedangkan berdasarkan cara pengisian bahan baku dibedakan menjadi *tipe batch* dan *tipe kontinyu*, (Andianto, 2011).

Realitas menunjukkan bahwa peternakan merupakan sumber bahan baku untuk menghasilkan biogas yang utama adalah limbah padat (kotoran ternak) dan limbah cair (urin),

dapat juga berasal dari sampah organik. Namun sampai saat ini pemanfaatan limbah kotoran ternak sebagai sumber bahan bakar dalam bentuk biogas ataupun bioarang sangat kurang karena teknologi dan produk tersebut merupakan hal yang baru di masyarakat.

Prospek pengembangan teknologi digester biogas ini sangat baik, karena Lampung juga merupakan salah satu lumbung peternakan di Indonesia. Digester biogas adalah suatu alat pengolah bahan buangan/limbah organik menjadi biogas. Kegunaan digester biogas antara lain sebagai energi untuk memasak, mengurangi masalah sanitasi lingkungan dan lain-lain. Politeknik Negeri Lampung juga mengembangkan pengemukan ternak yaitu sapi dan kambing yang selama ini kotoran atau tinja belum dimanfaatkan secara optimal. Maka pengembangan teknologi digester biogas untuk memanfaatkan dan menaikkan nilai ekonomis dari limbah tersebut salah satunya dengan jalan memanfaatkannya sebagai bahan baku pembuatan biogas. Maka sangat cocok kalau dikembangkan alat pembuat biogas yang disebut dengan digester biogas atau reaktor biogas.

Selain itu Program Studi Mekanisasi Pertanian ada mata kuliah Energi dan Listrik Pertanian dimana pelaksanaan topik praktikum ada pembuatan biogas yang selama ini kurang berhasil. Untuk itu dirasakan perlu adanya pembuatan rancang bangun prototipe digester biogas agar pembuatan biogas dapat berhasil dengan baik. Prototipe yang akan dirancang adalah dengan menggunakan drum plastik bekas bahan kimia menggunakan sistem semi kontinu.

Batasan Masalah

Mengingat luasnya masalah pembuatan biogas dapat dibuat dari berbagai macam bahan baku (kotoran hewan atau sampah) dan bahan reaktor dapat bermacam-macam maka dalam penelitian ini dibatasi pada pembuatan digester (reaktor) biogas dengan bahan drum plastik bekas bahan kimia dan bahan baku limbah (kotoran sapi). Pembuatan dilakukan di Laboratorium Logam dan Otomotif Politeknik Negeri Lampung.

Perumusan Masalah

- a. Bagaimana meningkatkan nilai tambah limbah padat (kotoran) ternak.
- b. Bagaimana membuat digester/reaktor biogas yang dapat menghasilkan biogas.
- c. Bagaimana pelaksanaan praktikum pembuatan biogas dapat menghasilkan biogas.

Tujuan Penelitian

- a. Dapat membuat digester/reaktor biogas semi kontinyu yang menghasilkan biogas.
- b. Dapat meningkatkan nilai tambah limbah kotoran ternak (sapi) menjadi biogas dan pupuk.
- c. Dapat menunjang kegiatan praktikum mahasiswa dalam pembuatan biogas.

Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian ini adalah untuk membuat prototipe alat penghasil biogas yang dapat digunakan untuk praktikum mahasiswa, pengabdian masyarakat serta dikembangkan dimasyarakat luas.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Nopember 2016, di Laboratorium Logam dan Otomotif dan UPT Kebun Politeknik Negeri Lampung.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan antara lain kotoran sapi, air, starter biogas (EM4), pipa PVC, lem, drum plastik bekas kapasitas 200 liter, selang, stop kran, dan sealtape. Sedangkan peralatan yang digunakan antara lain gergaji besi, gunting plat, las plastik, mesin bor, gerinda, ember, karung plastik, termometer dan manometer serta kertas pH meter.



Gambar 1. Peralatan dan bahan yang digunakan



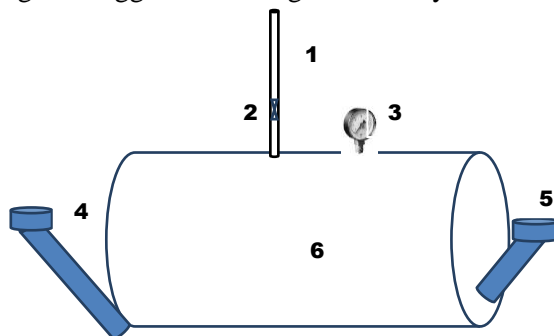
Gambar 2. Peralatan dan bahan yang digunakan

Perancangan

Prototipe digester/reaktor biogas didesain menggunakan sistem semi kontinyu dengan mekanisme kerja yang dijabarkan sebagai berikut.

Digester di isi sludge dengan volume $\frac{2}{3}$ bagian dari isi tabung, perbandingan 1 :1,5, kemudian dibiarkan sampai terbentuk gas, yaitu dengan ditandai adanya perubahan tekanan dan

diamati melalui manometer, selanjutnya gas dialirkan ke penampung gas. Bio gas terbentuk dari fermentasi sludge oleh mikroba akan naik dan terakumulasi di permukaan sludge. Akumulasi gas ini akan menekan sludge sehingga keluar dengan sendirinya melalui outlet pit.



Gambar 3. Rancangan digester sistem semi kontinyu

Pembuatan Alat

a. Inlet tank

Untuk membuat inlet tank seperti tampak pada Gambar 4. dibutuhkan pipa PVC 2,5 inch berukuran panjang 50 cm. Penyambungan pelat dilakukan dengan las plastik (las PVC). Setelah mendapatkan bentuk yang diinginkan, selanjutnya inlet tank disambung pada drum yang telah dilubangi dengan ukuran panjang 2 inch.



Gambar 4. Inlet tangki digester

b. Digester

Tabung digester dibuat dari drum plastik bekas bahan kimia berbentuk tabung dengan dimensi 93x58 cm dan memiliki volume sebesar 0,2 m³. Salah satu permukaan drum dipotong untuk pembuatan inlet tank sedangkan permukaan lain dilubangi sebagai tempat pemasangan outlet pit. Digester harus bebas dari kebocoran dan terlindungi dari udara bebas agar proses fermentasi anaerobik dapat berlangsung dengan optimal.

c. Outlet

Outlet pit tampak pada Gambar 4. dibuat menggunakan pipa PVC dengan Ø 2,5 inci. Celah keluaran outlet pit dibuat rata dengan bagian teratas digester agar sludge tidak keluar pada saat memenuhi digester. Selain itu permukaan outlet pit rata dengan inlet tank agar sludge mengalir keluar melalui outlet pit pada saat mendapat tekanan dari bio gas yang terakumulasi di dalam digester.

d. Pipa gas

Pipa gas seperti tampak pada Gambar 5. dibuat menggunakan pipa PVC Ø ½ inch, panjang 20 cm dipasang stop kran kemudian disambung lagi dengan pipa Ø ½ inch panjang 30 cm sehingga total panjang pipa 50 cm.



Gambar 5. Pipa gas dan manometer serta outlet digester

e. Manometer

Manometer tampak pada Gambar 5. dipasang ditabung digester untuk mengetahui tekanan biogas yang dihasilkan.

Pengujian Alat

Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dibuat ada kebocoran atau tidak sehingga alat dapat berfungsi dengan baik. Pengujian alat meliputi uji fungsional dan serta uji ergonomis.

Pengujian fungsional yang dilakukan adalah sebagai berikut.

- a. Pengujian kebocoran cairan dilakukan dengan mengisi air dalam digester kemudian diamati apakah ada kebocoran atau tidak bila tidak berarti alat kondisinya baik.
- b. Menguji kebocoran gas dengan mengisi udara kedalam digester yang sebelumnya telah terisi air kemudian kita tutup, untuk mengecek kebocoran kita berikan air sabun pada sambungan-sambungan bila ada gelembung udara artinya ada yang bocor tapi bila tidak gelembung udara sudah tidak ada kebocoran.

Sedangkan pengujian argonomi adalah pengujian kemudahan dalam menggunakan alat yaitu disesuaikan dengan orang yang menggunakan secara umumnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian digester dengan menggunakan kotoran ternak (sapi), dengan perbandingan antara kotoran sapi dan air adalah 1 : 1,5 (satu kg kotoran sapi dan 1,5 liter air).



Gambar 6. Pengisian digester dengan kotoran sapi yang telah diencerkan dengan perbandingan 1 : 1,5

Hasil pengamatan uji coba digester, biogas pada hari ke 3 sampai ke 7 belum terbentuk, bahkan sampai hari ke 14. Proses fermentasi memerlukan waktu 7 sampai 10 hari untuk menghasilkan biogas dengan suhu optimum 35°C dan pH optimum pada range 6,4 sampai 7,9 (Dika Arya P. dkk, 2013). Digester harus tetap terjaga dalam keadaan abiotis (tanpa kontak langsung dengan oksigen; temperatur 20-30°C;

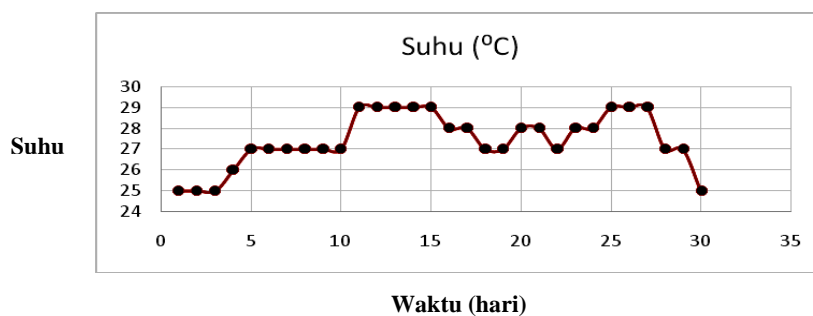
Gas metana dapat diproduksi pada 3 tingkat temperatur sesuai dengan bakteri yang hadir. Bakteri psyhriphilic 0-7°C, bakteri meophilic pada temperatur 13-40°C; sedangkan termophilic pada temperatur 55-60°C. Kisaran temperatur optimal untuk digester 30-35°C, kisaran ini kondisi terbaik untuk pertumbuhan bakteri dan produksi metana didalam digester. (Fry, 1974 dalam Indra Lazuardy, Skripsi, Teknologi Pertanian Faperta, Unsu, 2008)

Tabel 1. Hasil Pengukuran volume gas (cm skala), suhu dan pH pada reaktor digester biogas

waktu (hari)	Σvol. gas (cm skala)	pH	Suhu (°C)
	0	8	29
14	1,5	8	29
15	2,5	8	29
16	1	8	28
17	1,9	8	28
18	8,8	8	27
19	4,2	8	27
20	1,4	8	28
21	0,2	8	28
22	1,2	8	27
23	0,8	8	28
24	0	8	28
25	0,2	8	29
26	-2,2	8	29
27	0	8	29
28	-1	8	27
29	-1	8	27
		8	25

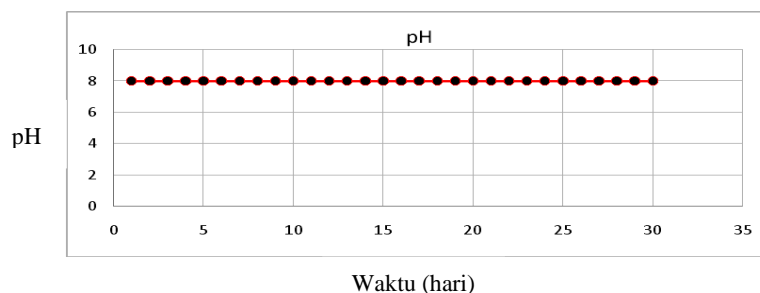
Sumber: Hasil pengamatan, 2016

Dari grafik Gambar 10. hasil pengukuran suhu dalam digester antara 25 sampai 29 derajat celsius, hal ini masih memenuhi untuk berlangsung proses fermentasi kondisi meophilic yaitu temperatur 13-40°C. Kondisi temperatur tidak konstan karena dipengaruhi oleh panas lingkungan.



Gambar 7. Grafik Suhu didalam digester

Faktor luar yang mempengaruhi kuantitas biogas adalah suhu, hal ini penting untuk diperhatikan karena berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri yang memproses biogas. Organisme akan aktif memproduksi biogas pada suhu berkisar antara 32-37°C (Setiawan, 2006). Tetapi menurut Junus, (1995). Walaupun suhu dibawah 30-35°C tapi masih diatas 27°C pembentukan gasbio masih dapat berlangsung.

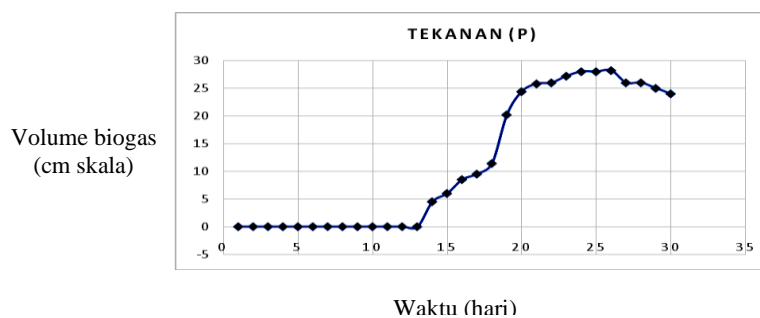


Gambar 8. Grafik pH cairan didalam digester

Nilai pH yang tertera pada Gambar 8. bahwa selama aklimatisasi tetap yaitu pada pH 8, ini merupakan kondisi yang cukup baik untuk pembentukan metana. Kisaran pH yang diperlukan untuk proses aklimatisasi adalah 6,8-8,5. Nilai pH diluar interval tersebut dapat menyebabkan proses tidak seimbang. Parameter pH berpengaruh pada pertumbuhan bakteri dan mempengaruhi disosiasi amonia, sulfida dan asam-asam organik yang merupakan senyawa penting untuk proses perombakan anaerob, (Tri Dian Oktiana, dkk. 2015)

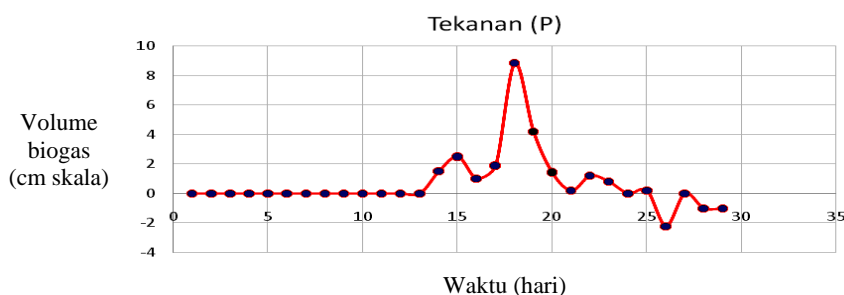
Adanya kontaminasi udara menyebabkan bakteri penghasil biogas (bakteri metanogenesis) yang merupakan bakteri anaerob obligat akan mengalami hambatan pertumbuhan bahkan akan mati (Deublein and Steinhauser, 2008). Bakteri anaerob obligat adalah organisme yang tidak membutuhkan oksigen bebas bahkan bila kontak dengan oksigen akan mengakibatkan penghambatan mematikan organisme tersebut.

Menurut Mulyono (2000), juga menyatakan bahwa dalam proses pencernaan anaerob oksigen merupakan inhibitor. Oksigen terlarut sebanyak 0,01 mg/L dapat menghambat pertumbuhan bakteri penghasil metan.



Gambar 9. Grafik terbentuknya gas metan (biogas)

Gambar 9. Menunjukkan bahwa mulai terbentuknya gas metan pada hari ke 14, dan tertinggi penambahan gas pada hari ke 18 sampai 21, sedangkan laju pertambahan terbentuknya gas metan (biogas) pada Gambar 13. terbesar yaitu pada hari ke 18 sebesar 8,8 skala/cm dan kemudian pada hari ke 21 sampai 30 mulai terjadi penurunan terbentuknya gas.



Gambar 10. Grafik laju terbentuknya gas metan (biogas)

Menurut Muhamat W. (2013). Produksi gas tanpa perlakuan pemanasan akan terbentuk pada hari ke 12 dengan tekanan sebesar 6,346 kPa. Sedangkan menurut Hadi (1990), gas sudah terbentuk sekitar 10 hari setelah fermentasi yaitu sekitar 0,1-0,2 m³/kg dari dari berat bahan kering dan penambahan waktu fermentasi dari 10 hari hingga 30 hari akan meningkatkan produksi biogas sebesar 50%. Komponen hasil fermentasi terbagi terdiri atas tiga bagian besar yaitu biogas, bahan padat dan bahan cair. Biogas berada pada lapisan teratas, bawahnya adalah *scum* yaitu suatu lapisan kerak yang berasal dari bahan isian yang tidak tercerna, umumnya mengandung banyak lignin. Lapisan ketiga merupakan bagian terbesar, berupa cairan dari bahan isian dengan air dan merupakan bagian yang aktif dicerna mikroba (Wiryanto, 2006).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil rancang bangun dan uji dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Digester biogas yang dibuat dapat menghasilkan biogas; terbentuknya biogas pada hari ke 14 dan tertinggi pada hari ke 18.
- Dengan berhasilnya racang bangun digester biogas maka akan membantu pelaksanaan praktikum

yang selama ini kurang berhasil dan belum menghasilkan biogas;

- c. Adanya nilai tambah yang didapat dari limbah kotoran ternak dibuat biogas yang dapat dimanfaatkan untuk memasak atau penerangan sebagai pengganti energi listrik.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk penabahan komponen pengaduk dan kompor biogas agar terbentuknya biogas lebih cepat dan dapat langsung dimanfaatkan untuk memasak dengan menggunakan kompor biogas.

DAFTAR PUSTAKA

Andiato. 2011. Aliran Slurri di dalam digester Biogas tipe Aliran Kontinyu. Skripsi. Fakultas Teknik. Program Studi Teknik Mesin. Kekhususan Program Pendidikan Sarjana Ekstensi. Depok.

Dika Arya Perdana, Anggrian Luckas Ebriato dan Tuti Indah Sari. 2013. Penggunaan Starter Envirosolve dan Biodekstran untuk Memproduksi Biogas dari Bahan Baku Ampas Tahu. Jurnal Teknik Kimia No. 1. Vol.19

Hambali E., 2007. Teknologi Bioenergi. Bogor. PT. Agromedia Pustaka.

Nurvega, S. 2009. Rekayasa Mesin Kompresi Biogas. Proyek Akhir. Program Diploma III Teknik Mesin Produksi. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Musanif. J., Wildan A.A., David M.N., 2006. Biogas Sklala rumah Tangga. Jakarta. Departemen Pertanian.

Pambudi, N. Agung. 2008. Pemanfaatan Biogas sebagai Energi Alternatif. <http://kfcngalah.wordpress.com/2009/03/28/pemanfaatan-biogas-sebagai-energi-alternatif>. Diakses pada tanggal 27 Maret 2012. Pukul 20.15.

Rahman. B. 2009. Biogas Sumber energi Alternatif, <http://www.energi.lipi.go.id>

Rahmawan, R., 2013. Sistem Kontrol Produk Gas Metan pada Digester Tipe Fixed Dome. Student Jurnal. Jurusan Teknik Elektro. Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Ramli Tarigan, 2009, Pemanfaatan Biogas Kotoran Ternak Sapi sebagai Pengganti bahan bakar minyak dan gas. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana Universitas Sumatera Utara. Medan

Shodikin, Ali. 2011. Memanfaatkan Limbah Menjadi Energi Biogas. <http://aliandr4.blogspot.com/2011/10/memanfaatkan-limbah-menjadi-energi.html>. Diakses pada tanggal 27 Maret 2012. Pukul 20.05.

Teguh, WW, dan Ansori. A. 2009. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian, Serpong; Departemen Pertanian.

Tri Dian oktiana, Joko Santoso dan Mujizat Kawaroe, 2015. Alga Hijau (*Ulva sp.*) sebagai Bahan Baku Produksi Biogas. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol. 7 No.1 hlm. 191-203 FPIK-IPB.